

IP20 Rec'd PCT/PTO 08 AUG 2006

## 明 細 書

## 無接触給電設備

## 技術分野

- [0001] 本発明は、移動体の移動経路に沿って所定周波数の高周波電流が供給される誘導線路を配置し、前記移動体に前記誘導線路に対向して受電コイルを設け、前記移動体ではこの受電コイルに誘導される起電力から消費電力が変動する負荷に給電される無接触給電設備に関するものである。

## 背景技術

- [0002] 従来の上記無接触給電設備には、誘導線路の長さが長い設備があり、このような無接触給電設備では、誘導線路に印加される電圧には制限があるため、誘導線路を分割しそれぞれに電源装置を接続した設備としている。

- [0003] このような無接触給電設備においては、各電源装置がそれぞれ誘導線路に同一の周波数で高周波電流を供給しても、これら高周波電流間に位相差が生じ、移動体の受電コイルがこのような位相差が生じている誘導線路間を跨いでいるとき、受電コイルに誘導される起電力が減少し、さら位相差が180度となると、受電コイルに誘起される起電力は相反する方向に発生し、給電不能となるとともに受電コイルを介して2つの電源装置の出力が短絡したことになり、過電流異常等の問題が発生する。

- [0004] そこで特許第3266088号公報に開示されているように、2つの誘導線路へ給電される高周波電流の波形をそれぞれ変流器(CT)により検出して測定し、PLL/VCO回路において、これら2つの誘導線路の高周波電流の位相を比較して位相差を検出し、この位相差により補正した高周波電流を、一方の誘導線路へ給電される高周波電流として供給している。

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかし、このような従来の無接触給電設備では、実際に高周波電流の波形を測定するため周波数領域が広い変流器(CT)、および測定した誘導線路の高周波電流の波形を比較して位相差を検出し、同期化するPLL/VCO回路が必要となり、高コ

ストとなるとともに、一方の誘導線路の高周波電流の波形を測定できないとき、互いの位相差を一致させることができなくなる恐れがあった。

[0006] そこで本発明は、高周波電流の波形を測定することなく、安価に誘導線路間の電流位相を一致させることができる無接触給電設備を提供することを目的としたものである。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 前述した目的を達成するため、本発明は、移動体の移動経路に沿って連続して、所定周波数のインピーダンスが同一に調整された複数の誘導線路を配置し、矩形波信号によりそれぞれ駆動される複数のスイッチ素子により、直流電流を前記所定周波数の交流電流に変換して前記各誘導線路にそれぞれ出力電流として給電する電源装置を備え、前記移動体に前記誘導線路に対向して受電コイルを設け、前記移動体ではこの受電コイルに誘導される起電力から消費電力が変動する負荷に給電される無接触給電設備であって、前記各電源装置はそれぞれ、前記スイッチ素子を駆動する前記所定周波数の指令信号を有し、前記各電源装置にそれぞれ、前記誘導線路へ給電している出力電流と消費電力を測定する測定手段と、前記測定手段により測定された出力電流と消費電力により、前記誘導線路へ給電されている出力電流と前記矩形波信号との位相差を求める演算手段を設け、前記各電源装置はそれぞれ、前記演算手段により求められた位相差に応じて、前記指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動することを、最も主要な特徴とする。

#### 発明の効果

[0008] 本発明は、上記構成により、各電源装置はそれぞれ、測定手段により測定した出力電流と消費電力により、誘導線路へ給電されている出力電流と矩形波信号との位相差を求め、この位相差に応じて、トランジスタを駆動する矩形波信号を前記指令信号を基準として補正して出力することにより、各誘導線路で消費される電力の減少または増加によって矩形波信号より進みまたは遅れる各誘導線路の電流の位相を一致させることができ、また他の誘導線路の電流波形を必要とせず、波形を比較して位相差を検出する必要がないことから、簡単な構成で実現でき、コストを低減することがで

きる、という利点を有する。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は本発明の実施例における無接触給電設備を備えた物品搬送設備の走行経路図である。

[図2]図2は同物品搬送設備の要部構成図である。

[図3]図3は同物品搬送設備の無接触給電設備の同期信号の伝達を示す図、および搬送台車の基準パルス発生回路の制御ブロック図である。

[図4]図4は同物品搬送設備の無接触給電設備の回路構成図である。

[図5]図5は同物品搬送設備の無接触給電設備の誘導線路の等価回路図、および誘導線路の特性を示す図である。

[図6]図6は同物品搬送設備の無接触給電設備における消費電力と進み時間の特性図、および出力電流と矩形波信号(出力電圧)の波形図である。

[図7]図7は同物品搬送設備の無接触給電設備における信号波形図である。

[図8]図8は本発明の他の実施例における無接触給電設備を備えた物品搬送設備の同期信号の伝達を示す図である。

[図9]図9は本発明の他の実施例における無接触給電設備の出力電流と矩形波信号(出力電圧)の波形図である。

[図10]図10は本発明の他の実施例における物品搬送設備の無接触給電設備のコントローラの構成図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0010] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

[0011] 図1は本発明の実施例における無接触給電設備を備えた物品搬送設備の走行経路図、図2は物品搬送設備の同要部構成図である。

[0012] 図1および図2において、1はフロア2に設置された一対の走行レールであり、3はこの走行レール1に案内されて自走し、物品Rを搬送する4輪の搬送台車(移動体の一例)である。なお、搬送台車3の総台数を5台としている。

[0013] 前記走行レール1により、ループ状(環状)に形成される搬送経路(移動経路の一例)4が構成されている。この搬送経路4に沿って複数(図では9台)のステーション(

物品受け手段)5が配置されている。搬送台車3は、搬送経路に沿って走行し、搬送経路に沿って配置された物品受け手段間に渡って物品を搬送する搬送車を構成している。

[0014] また各ステーション5にはそれぞれ、各搬送台車3との間で物品Rの移載を行う手段として、搬入、搬出を行う移載用コンベヤ装置(たとえば、ローラコンベヤやチェンコンベヤ)6が設けられている。

[0015] 前記搬送台車3は、図2に示すように、車体11と、移載・載置用コンベヤ装置12と、2台の旋回式従動車輪装置13と、2台の旋回・スライド式駆動車輪装置14を備えている。

[0016] 前記移載・載置用コンベヤ装置12は、車体11上に設置され、物品Rを移載し載置するローラコンベヤやチェンコンベヤ等により構成される。前記2台の旋回式従動車輪装置13は、車体11の下部に取付けられ、車体11を一方の走行レール1に対して支持する。また2台の旋回・スライド式駆動車輪装置14は、車体11の下部に取付けられ、車体11を他方の走行レール1に対して支持するとともに走行レール1の曲がり形状に追従可能でかつ旋回式従動車輪装置13に対して遠近移動自在(スライド自在)としている。またこれら旋回・スライド式駆動車輪装置14のうちの一方に走行用モータ(消費電力が変動する負荷の一例)15が連結され、走行用モータ15の駆動により搬送台車3は走行される。

[0017] また図1および図2に示すように、一方の走行レール1の外方側面に走行方向に沿って全長に、6つに分割された上下一対の誘導線路19が連続して布設されている(配置されている)。一方の旋回式従動車輪装置13の外方に、この誘導線路19により起電力が誘起されるピックアップユニット20が設置されている。このピックアップユニット20は、断面がE字状のフェライトの中央凸部にリッツ線を巻いてピックアップコイル(誘導線路19と対向する受電コイル)20A(図4)を形成しており、両凹部の中心に誘導線路19が位置するように調整し、固定されている。そして、このピックアップコイル(受電コイル)20Aに誘導される起電力により走行用モータ15へ給電される。また前記各誘導線路19にそれぞれ、所定周波数 $f$ (たとえば10kHz)の高周波電流を供給する電源装置21(計6台)が接続される。

[0018] また図4に示すように、各誘導線路19にそれぞれ、コンデンサ23が直列に接続され、さらにインダクタンス値を調整することにより誘導線路全体の前記所定周波数 $f$ のインピーダンスを調整することが可能な可変インダクタ22が直列に接続されている。なお、この可変インダクタ22は、誘導線路19の長さ(線路長)が所定の長さを満たさないとき、すなわち誘導線路19のインダクタンス値が所定のインダクタンス値に満たないときに接続される。

[0019] この可変インダクタ22のインダクタンス $L$ とコンデンサ23の静電容量 $C$ は、直列接続された誘導線路19およびコンデンサ23および可変インダクタ22による所定周波数 $f$ (たとえば10kHz)のインピーダンス(誘導線路全体のインピーダンス)が、容量性リアクタンスとなるように、以下のように調整(設定)される。

[0020] 図5(a)に示すように、誘導線路19の長さで定まる誘導線路19のインダクタンスを $L_U$ 、抵抗を $r_U$ とし、5台の搬送台車3の負荷に相当する1次側等価抵抗(以下、負荷抵抗と称す)を $R$ とし、誘導線路19の所定周波数(たとえば10kHz)の角周波数を $\omega$ とする。コンデンサ23のインピーダンスを、可変インダクタ22および誘導線路19によるインピーダンスより、大きくなるように、すなわち容量性リアクタンスとなるように、

$$1/(j\omega C) > j\omega(L + L_U)$$

$$\text{ただし、絶対値}\{1/(j\omega C) - j\omega(L + L_U)\} < \delta$$

( $\delta$ は設定値)

となるように調整される。設定値 $\delta$ は、図5(b)に示すように、全ての搬送台車3が停止して負荷抵抗 $R$ が無い無負荷の状態のとき( $R=0$ )、誘導線路19の抵抗 $r_U$ と、コンデンサ23のインピーダンスから可変インダクタ22および誘導線路19によるインピーダンスを減算して求められるインピーダンス $G$ から求められるインピーダンス $M$ が所定の小さい値(たとえば、 $1\Omega$ )となるように設定され、コンデンサ23のインピーダンスと、可変インダクタ22および誘導線路19によるインピーダンスとの間の差を限定している。このように、誘導線路全体のインピーダンスをゼロとしないことにより、負荷抵抗 $R$ が変動しても誘導線路19へ流れる電流(出力電力 $I$ )の変動が抑えられる。

[0021] なお、コンデンサ23のインピーダンスは、コンデンサの容量 $C$ に反比例するため、コンデンサ23のインピーダンスを増加させるためにはコンデンサの容量 $C$ を減少させれ

ばよく、調整が容易であり、また可変インダクタ22のインダクタンス $L$ を大きくするのに比較して安価である。このように、コンデンサ23のインピーダンスを、可変インダクタ22および誘導線路19によるインピーダンスより大きくするほうが、すなわち誘導線路全体のインピーダンスを容量性リアクタンスに設定するほうが、有利な効果が得られる。

[0022] 各電源装置21は、図3(a)に示すように、信号伝送路18により直列に接続され、特定の電源装置(以下、マスター電源装置と称す)21aから、上記所定周波数(たとえば10kHz)の矩形波(必ずしも矩形波でなくてもよい)の同期信号(指令信号の一例)  $\alpha$  が、下流に接続された電源装置(以下、スレーブ電源装置と称す)21bへ送信され、以下、直列に接続された各電源装置21bを順に伝送(入力・伝達)されている。またマスター電源装置21aと各スレーブ電源装置21bにはそれぞれ、図3(b)に示すように、基準パルス発生回路24と位相調整回路29と位相差検出回路30が設けられている。位相調整回路29は、基準パルス発生回路24から出力された同期信号  $\alpha$  を、各電源装置(21aと21b)または21b間の信号伝送路18の線路長による遅れを補償して下流に接続された電源装置21bへ送信する回路である。位相差検出回路30は、位相調整回路29から送信された同期信号  $\alpha$  と同期信号  $\alpha$  を送信した下流の電源装置21bからフィードバックされた同期信号(戻し同期信号)との位相差を検出する回路である。位相調整回路29は位相差検出回路30により検出される位相差の分、基準パルス発生回路24から出力された同期信号  $\alpha$  の位相を進めて(補正して)下流の電源装置21bへ送信している。これら位相調整回路29と位相差検出回路30により同期信号  $\alpha$  は信号伝送路18の線路長による位相遅れが補償されて下流スレーブ電源装置21bへ送信される。なお、信号伝送路18の送信端と受信端に絶縁アンプ17を設けている。

[0023] マスター電源装置21aの基準パルス発生回路24は、上記所定周波数の矩形波のマスター同期信号  $\alpha$  を出力する同期信号発生回路25を備え、この同期信号発生回路25のマスター同期信号  $\alpha$  を、後述するトランジスタ52を駆動する同期信号(以下、駆動同期信号と称す)  $\beta$  として出力している。

[0024] また各スレーブ電源装置21bの基準パルス発生回路24はそれぞれ、同期信号異常検出部26と、リレイ27と、バックアップ同期信号発生回路28を備えている。同期信号異常検出部26は、受信した同期信号  $\alpha$  を前記戻し同期信号として、送信先の電源装

置21aまたは21bへ戻すとともに、受信した同期信号 $\alpha$ の異常を検出する。リレイ27は、同期信号異常検出部26より同期信号 $\alpha$ の異常が検出されて出力される異常信号 $\gamma$ により動作する(励磁される)。バックアップ同期信号発生回路28は、受信した同期信号 $\alpha$ を参照して同一位相の同期信号を形成しており、同期信号異常検出部26の異常信号 $\gamma$ を入力すると前記形成していた同期信号を出力する。各基準パルス発生回路24は、異常信号 $\gamma$ がオフでリレイ27が動作していない状態では(リレイ27のb接点がオンの状態)では、受信した同期信号 $\alpha$ をスルーさせて、下流に接続されたスレーブ電源装置21bへ送信するとともに、この同期信号 $\alpha$ を駆動同期信号 $\beta$ として出力し、また異常信号 $\gamma$ がオンでリレイ27が動作している状態では(リレイ27のa接点がオンの状態)では、受信した同期信号 $\alpha$ に代えて、バックアップ同期信号発生回路28より出力されたバックアップ同期信号を同期信号 $\alpha$ として位相調整回路29を介して、下流に接続されたスレーブ電源装置21bへ送信するとともに、バックアップ同期信号発生回路28より出力されたバックアップ同期信号を駆動同期信号 $\beta$ として出力している。

[0025] このように、各電源装置21a, 21bは、それぞれトランジスタ52を駆動する同期信号(駆動同期信号 $\beta$ )を有している。

[0026] 上記電源装置21と搬送台車3の回路構成を図4に示す。

[0027] 搬送台車3では、ピックアップユニット20のピックアップコイル20Aに受電ユニット31を接続し、この受電ユニット31にインバータ31を介して走行用モータ15を接続している。

[0028] 上記受電ユニット31は、ピックアップコイル20Aに並列に、このピックアップコイル20Aと誘導線路19の周波数に共振する共振回路を構成するコンデンサ33を設け、この共振回路のコンデンサ33に並列に整流用のダイオード34を接続し、このダイオード34に出力を所定電圧に制御する安定化電源回路35を接続し、この安定化電源回路35に上記負荷を接続して構成している。安定化電源回路35は、電流制限用のコイル36と出力調整用トランジスタ37と、フィルタを構成するダイオード38およびコンデンサ39から構成されている。なお、トランジスタ制御装置は省略している。

[0029] 各電源装置21は、AC200 V3相の交流電源41と、コンバータ42と、インバータ43と、

過電流保護用のトランジスタ44およびダイオード45とを備えている。コンバータ42は全波整流器46と、フィルタを構成するコイル47、コンデンサ48、抵抗49、およびこの抵抗49を短絡するトランジスタ50とから構成されている。インバータ43は、電流制限用のコイル51と、矩形波信号によりそれぞれ駆動されるフルブリッジに組まれたトランジスタ(スイッチ素子の一例)52から構成されている。

[0030] また各電源装置21には、インバータ43のトランジスタ52を駆動するコントローラ61が設けられている。上記基準パルス発生回路24は、このコントローラ61内に設けられる。

[0031] コントローラ61には、上記基準パルス発生回路24に加えて、電流／電圧検出・電力演算部(測定手段の一例)62と、位相差演算部(演算手段の一例)64と、駆動パルス出力回路65が設けられている。

[0032] 電流／電圧検出・電力演算部62は、コンバータ42の出力電圧と出力電流を検出し、コンバータ42からインバータ43へ給電される出力電力を演算する、すなわち給電している誘導線路19の消費電力を測定し、誘導線路19へ給電されている出力電流と誘導線路19における消費電力を出力する。

[0033] 上述したように直列接続された誘導線路19およびコンデンサ23および可変インダクタ22による所定周波数のインピーダンス(誘導線路全体のインピーダンス)が、容量性リアクタンスとなるように調整されていることから、全ての搬送台車3が停止して負荷抵抗 $R$ が無い無負荷の状態(誘導線路19の抵抗 $r_u$ で電力が消費されている状態;以下、無負荷消費電力と称す)では、出力電流 $I$ は、図6(c)に示すように、誘導線路19の出力電圧(トランジスタ52を駆動する矩形波信号と同相) $V$ に対して、進んでいる。なお、それぞれの電源装置21で誘導線路19の長さが異なることから、全ての搬送台車3が停止した状態では、各電源装置21における消費電力は厳密には同一ではない。しかし、それぞれの電源装置21で電流位相を一致させることを目的として、それぞれの電源装置21では、無負荷時の消費電力として仮定の共通値、たとえば2kWを無負荷消費電力として共有しておく。ここで、消費電力(負荷)の増加に従って、この出力電流 $I$ は、図5(b)および図6(c)に示すように、遅れてくる(進み時間は少なくなっていく)が、所定のインピーダンスに調整されているという条件下では、図6(a)に示すように、出力電流 $I$ が一定のとき、各消費電力でそれぞれ、出力電流 $I$ の進み時間{



出力電流 $I$ と、駆動同期信号 $\beta$  (同期信号 $\alpha$ ) に同期した矩形波信号 (出力電圧信号に相当する) の位相差に相当する} は常に一定となり、略一次式で表すことができる。

[0034] 今、進み時間を $s$  ( $\mu s$ )、消費電力 $P$  (kW) とし、一次係数を $a$  ( $\mu s/kW$ )、初期値を $b$  ( $\mu s$ ) とすると、

$$s = aP + b \quad \dots (1)$$

ただし、 $a = f(I)$  ( $a$  は出力電流 $I$  により変動する。)

図6(a) に示す一例では、

$$a = \{8 \div 10 - (I - 70) \div 10 \times 0.2\} (\mu s/kW)$$

( $I = 70A$  を基準としている。)

$$b = -26 (\mu s)$$

と表すことができる。

[0035] そこで、上記位相差演算部64には、上記式(1) が予め記憶されており、電流/電圧検出・電力演算部62により測定された出力電流 $I$  と消費電力 $P$  により位相差 $s$  を演算し、演算した進み時間 $s$  を駆動パルス出力回路65へ出力する。なお、誘導線路19の周波数が低下すると、図6(b) に示すように、進み時間 $s$  がより進んでいく(大きくなる)。したがって、誘導線路19の指定周波数が変更された場合は、周波数を測定して、進み時間 $s$  を式(2) で補正することも可能である。周波数を $q$  (kHz) とすると、

$$s = aP + b + c \quad \dots (2)$$

$$c = f(q) = d(q - 10) \{d \text{ は比例係数 } (\mu s/kHz)\}$$

( $c$  は周波数 $q$  により変動する。)

図6(b) に示す一例では、

$$d = 2 (\mu s/kHz)$$

と表すことができる。

[0036] 勿論、搬送台車3の受電側の回路の特性(たとえば、ピックアップコイル20Aのコアの磁気特性等) で各式はさらに高次の項となる場合もあり、それに応じた演算式とすることができる。

[0037] また駆動パルス出力回路65は、位相差演算部64により求められた進み時間 $s$  を入力すると、進み時間 $s$  に応じて、消費電力の増加による遅れを取り戻すために、イン

バータ43のトランジスタ52を駆動する矩形波信号を、無負荷消費電力時の矩形波信号(基準パルス発生回路24から入力した駆動同期信号 $\beta$ に相当)より進ませて(補正して)トランジスタ52へ出力する。

[0038] 上記電源装置21と誘導線路19と搬送台車3の回路構成による作用を説明する。

[0039] まず、交流電源41から出力されるAC200 V3相の交流はコンバータ42により直流に変換され、インバータ43により高周波、たとえば10kHzの交流電流に変換されて誘導線路19に供給される。この上下2本の誘導線路19に発生する磁束により、誘導線路19の周波数に共振する走行レール1上に位置する搬送台車3のピックアップコイル20Aに大きな起電力が発生し、この起電力により発生した交流電流はダイオード34で整流され、安定化電源回路35により所定の電圧に整圧されてインバータ32を介してモータ15に供給される。給電されたこのモータ15により車輪装置14が駆動され、移動体の搬送台車3は走行レール1に案内されて移動する。

[0040] またコントローラ61において、電流／電圧検出・電力演算部62により出力電流 $I$ とインバータ43が消費している電力、すなわち接続された誘導線路19で消費されている消費電力 $P$ が測定され、位相差演算部64により電流／電圧検出・電力演算部62で測定された出力電流 $I$ と消費電力 $P$ によって、位相差に相当する進み時間 $s$ が求められ、駆動パルス出力回路65において、位相差演算部64により求められたこの進み時間 $s$ に応じて、トランジスタ52を駆動する矩形波信号を、駆動同期信号 $\beta$ より進ませて(補正して)トランジスタ52へ出力される。消費電力が徐々に増加し、進み時間 $s$ が遅れてくる(小さくなる)と進ませ、続いて消費電力が徐々に減少し、進み時間 $s$ が進んでくる(大きくなる)と次第に遅らせる(図7参照)。

[0041] これにより、誘導線路19の消費電力の減少により進み、増加によって遅れる誘導線路19へ給電される電流の位相が、無負荷消費電力時の出力電流の位相と一致され、よってマスター電源装置21aより送信された同期信号 $\alpha$ に合わせて調節され、全ての誘導線路19の電流位相が一致される。

[0042] また基準パルス発生回路24では、マスター矩形波同期信号 $\alpha$ が異常かどうか監視されており、異常ではないとき、このマスター矩形波同期信号 $\alpha$ は位相調整回路29により信号伝送路18の線路長による位相遅れが補償されて次の(下流)スレーブ

電源装置21bへ送信されるとともに、上記駆動同期信号 $\beta$ として駆動パルス出力回路65へ供給されている。

[0043] これにより、図7に示すように、各電源装置21において、マスター矩形波同期信号 $\alpha$ に対して、消費電力に応じて、トランジスタ52を駆動する矩形波信号が進められ、よって各誘導線路19の出力電流の位相が一致し、その結果、高周波電流の波形を測定することなく、誘導線路19の出力電流の位相が一致される。

[0044] またスレーブ電源装置21bの基準パルス発生回路24においては、受信したマスター矩形波同期信号 $\alpha$ が異常と判断されると、今までこの同期信号 $\alpha$ を参照していたバックアップ同期信号発生回路28よりバックアップ同期信号が出力され、このバックアップ同期信号がマスター矩形波同期信号 $\alpha$ として位相調整回路29を介して次の下流のスレーブ電源装置21bへ送信されるとともに、上記駆動同期信号 $\beta$ として駆動パルス出力回路65へ供給されている。よって、出力側(下流側)に接続されるスレーブ電源装置21bの出力電流とは同期をとることができ、誘導線路19の出力電流の位相が一致される。

[0045] 以上のように本実施の形態によれば、各電源装置21はそれぞれ、電流/電圧検出・電力演算部62により測定した出力電流と消費電力により、位相差演算部64により位相差に相当する進み時間を求め、消費電力の増加により少なくなるこの進み時間に応じて、トランジスタ52を駆動する矩形波信号を進ませて(進み補正して)出力することにより、誘導線路19の消費電力の増加によって遅れる誘導線路19へ給電される電流の位相を、無負荷消費電力時の出力電流の位相と一致させることができ、その結果、マスター電源装置21aより送信された同期信号 $\alpha$ に合わせて調節することができ、全ての誘導線路19の電流位相を一致させることができる。よって搬送台車3が誘導線路19を乗り移るときに隣接する誘導線路19の電流位相により電力が無駄に消費されたり、ピックアップコイル20aを介して2つの電源装置21の出力が短絡したりすることを回避でき、また他の誘導線路19の電流の波形を必要とせず、波形を比較して位相差を検出する必要がないことから、従来の周波数領域が広いCTやPLL/VCO回路を必要とせず、安価で簡単な構成で誘導線路間の電流位相を一致させることができ、コストを低減できる。

- [0046] また本実施例によれば、マスター電源装置21aより、下流に接続されたスレーブ電源装置21bと間の信号伝送路18の線路長による位相遅れが補償された同期信号 $\alpha$ が、下流のスレーブ電源装置21bへ送信され、またスレーブ電源装置21bよりそれぞれ、下流に接続されたスレーブ電源装置21bと間の信号伝送路18の線路長による位相遅れが補償された同期信号 $\alpha$ が、下流のスレーブ電源装置21bへ送信されることにより、信号伝送路18の線路長による位相遅れが補償された同期信号 $\alpha$ が各スレーブ電源装置21bへ伝送され、よって各スレーブ電源装置21bの同期信号 $\alpha$ を、マスター電源装置21aより送信された同期信号 $\alpha$ と一致させることができる。またスレーブ電源装置21bはそれぞれ、上流に接続された電源装置21aまたは21bより受信した前記同期信号 $\alpha$ に基づいて矩形波信号を出力することにより、誘導線路19の消費電力によって矩形波信号より遅れる誘導線路19へ給電される電流の位相を、マスター電源装置21aより送信された同期信号 $\alpha$ と一致させることができ、全ての誘導線路19の電流位相を一致させることができる。
- [0047] また本実施例によれば、特定のマスター電源装置21aより同期信号 $\alpha$ を受信されなくなったとき、バックアップ同期信号発生回路28のバックアップ同期信号に基づいて矩形波信号を出力することにより、誘導線路19への電流の給電が停止してしまう事態を回避でき、しかも隣接する誘導線路19間の電流の位相のずれを最小限に抑えることが可能となり、搬送台車3の走行へ支障がでることを回避できる。
- [0048] なお、本実施例では、トランジスタ52を駆動する矩形波信号のパルス幅の制御について記述していないが、勿論、必要な電力に応じてパルス幅が制御される。
- [0049] また、本実施の形態では、各誘導線路19の出力電流の位相を、無負荷消費電力時の出力電流の位相に一致させているが、勿論、所定の消費電力時の位相を基準として矩形波信号を、進み(進み補正して)または遅らせて(遅れ補正して)出力することにより、各誘導線路19の出力電流の位相を一致させることができる。
- [0050] また、本実施例では、電源装置21のスイッチ素子としてトランジスタ52を使用しているが、トランジスタに限ることはなく、サイリスタなどの半導体素子であればよい。
- [0051] また、本実施例では、移動体を走行レール1に案内される搬送台車3としているが、このような搬送台車3に限ることはなく、一定の移動経路に沿って移動するものであ

ればよい。このとき、移動経路に沿ってインダクタンス値が同一に調整された誘導線路が敷設される。

[0052] また、本実施例では、各電源装置21を直列に接続して、特定のマスター電源装置21aより各スレーブ電源装置21bを介して各スレーブ電源装置21bへ順に同期信号 $\alpha$ を伝送しているが、特定のマスター電源装置21aからそれぞれ各スレーブ電源装置21bへ直接同期信号 $\alpha$ を出力することも、勿論可能である。このとき、特定のマスター電源装置21aに、各スレーブ電源装置21bとの信号伝送路18の線路長による同期信号 $\alpha$ の遅れを補償する位相調整回路29と位相差検出回路30を各スレーブ電源装置21b毎に設ける。また図8に示すように、特定のマスター電源装置21aとしてではなく、矩形波同期信号 $\alpha$ を発生する同期信号発生回路25を備えた発振装置(指令装置の一例)68を備え、この発振装置68から各誘導線路19の電源装置21へ直接矩形波同期信号 $\alpha$ を出力する方式(集中マスター方式)とすることも可能である。

[0053] また、本実施例では、直列接続された誘導線路19およびコンデンサ23および可変インダクタ22による所定周波数 $f$ のインピーダンスが、容量性リアクタンスとなるように調整されているが、共振回路を形成するように、あるいは誘導性リアクタンスとなるように調整することもできる。無負荷消費電力時、出力電流は、図5(b)に破線で示すように、無負荷消費電力時の誘導線路19の出力電圧(トランジスタ52を駆動する矩形波と同相) $V$ に対して、遅れているが、図5(b)と図9に示すように、消費電力(負荷)の増加に従って進んでくる(位相差が小さくなっていく)。このような状態においても同様に、誘導線路19のインダクタンスが可変インダクタ22により調整されて共振コンデンサ23とともに所定周波数で共振する共振回路を形成しているという条件下では、出力電流が一定のとき各消費電力でそれぞれ位相差は常に一定となることに基づいて、図6(a)に示すときと同様に、予め消費電力に対する遅れ時間(この遅れ時間は消費電力の増加に従って小さくなる)を測定して、上記式(1)により遅れ時間を演算することができる。

[0054] また、本実施例では、コントローラ61に、位相差演算部64を設けて、位相差(進み時間)を求めているが、図10に示すように、位相差演算部64に代えてメモリ部(記憶手段の一例)71と、位相差検出部72を設けてもよい。図6(a)に示すように、所定の出力

電流(たとえば、80A)においては、上述したように直列接続された誘導線路19およびコンデンサ23および可変インダクタ22による所定周波数のインピーダンス(誘導線路全体のインピーダンス)が、容量性リアクタンスとなるように調整されていることから、誘導線路19の出力電圧(トランジスタ52を駆動する矩形波信号と同相)Vに対して、進んでいる。しかし、この出力電流Iは消費電力の増加に従って遅れてくるが、所定のインピーダンスに調整されているという条件下では、各消費電力でそれぞれ位相差は常に一定となる。そこで、上記メモリ部71には、所定の出力電流(たとえば、70A)毎に、無負荷消費電力(たとえば、2kW)時の出力電流と駆動同期信号 $\beta$ (同期信号 $\alpha$ )に同期した矩形波信号(出力電圧信号に相当する)との進み時間を“0”として、予め各消費電力の際に測定された進み時間に基づく補正值、たとえば消費電力6kWでは2kW時より遅れるので進めるための位相差(たとえば、 $+3.1\mu\text{s}$ )、消費電力10kWではさらに遅れるので進めるための位相差(たとえば、 $+5.5\mu\text{s}$ )が記憶されている。また位相差検出部72は、電流/電圧検出・電力演算部62により測定している消費電力により、メモリ部71を検索して、補正する進み時間を求める。このとき、駆動パルス出力回路65は、補正する進み時間の分、トランジスタ52を駆動する矩形波信号を駆動同期信号 $\beta$ (同期信号 $\alpha$ )より進ませて(補正して)出力する。なお、各誘導線路19の出力電流の位相を、無負荷消費電力時の出力電流の位相を一致させているが、勿論、所定の消費電力時(たとえば、6kW)の位相を基準として予め各消費電力の際に測定された進み時間に基づく補正值を記憶するようにすることもできる。たとえば消費電力2kWでは6kW時より進むので遅らせるための位相差(たとえば、 $-3.1\mu\text{s}$ )、消費電力10kWでは遅れるので進めるための位相差(たとえば、 $+2.4\mu\text{s}$ )が記憶される。このときトランジスタ52を駆動する矩形波信号を駆動同期信号 $\beta$ (同期信号 $\alpha$ )より遅らせ、あるいは進ませて(補正して)出力する。

### 産業上の利用可能性

- [0055] 本発明の無接触給電設備は、移動体の移動経路に沿って所定周波数の高周波電流が供給される誘導線路を配置し、移動体が前記移動線路に沿って走行しながら前記誘導線路より給電され、物品を搬送する荷搬送設備等の用途に適用できる。

## 請求の範囲

- [1] 移動体の移動経路に沿って連続して、所定周波数のインピーダンスが同一に調整された複数の誘導線路を配置し、矩形波信号によりそれぞれ駆動される複数のスイッチ素子により、直流電流を前記所定周波数の交流電流に変換して前記各誘導線路にそれぞれ出力電流として給電する電源装置を備え、前記移動体に前記誘導線路に対向して受電コイルを設け、前記移動体ではこの受電コイルに誘導される起電力から消費電力が変動する負荷に給電される無接触給電設備であって、

前記各電源装置はそれぞれ、前記スイッチ素子を駆動する前記所定周波数の指令信号を有し、

前記各電源装置にそれぞれ、

前記誘導線路へ給電している出力電流と消費電力を測定する測定手段と、

前記測定手段により測定された出力電流と消費電力により、前記誘導線路へ給電されている出力電流と前記矩形波信号との位相差を求める演算手段を設け、

前記各電源装置はそれぞれ、前記演算手段により求められた位相差に応じて、前記指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動すること

を特徴とする無接触給電設備。

- [2] 請求項1に記載の無接触給電設備であって、

特定の前記電源装置より他の電源装置へ、前記スイッチ素子を駆動する前記指令信号を送信し、

前記各電源装置はそれぞれ、前記特定の電源装置より受信した前記指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動すること  
を特徴とする。

- [3] 請求項1に記載の無接触給電設備であって、

特定の前記電源装置と他の電源装置を信号伝送路により直列に接続し、

前記特定の電源装置は、前記有する指令信号を下流に接続された電源装置と間の信号伝送路長による位相遅れを補償した信号として前記下流の電源装置へ送信

し、

前記他の電源装置はそれぞれ、上流に接続された電源装置より受信した指令信号に基づいて前記スイッチ素子を前記補正して駆動する矩形波信号を出力し、前記受信した指令信号を下流に接続された電源装置と間の信号伝送路長による位相遅れを補償した信号として前記下流の電源装置へ送信すること  
を特徴とする。

- [4] 請求項2または請求項3に記載の無接触給電設備であって、  
前記他の電源装置はそれぞれ、受信した前記指令信号と周波数と位相が一致するバックアップ指令信号を形成し、前記指令信号が入力されなくなったとき、前記バックアップ指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動すること  
を特徴とする。

- [5] 請求項1に記載の無接触給電設備であって、  
前記スイッチ素子を駆動する前記指令信号を発生する指令装置を設け、この指令装置より各電源装置へ前記指令信号を送信し、  
前記各電源装置はそれぞれ、前記指令装置より受信した前記指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動すること  
を特徴とする。

- [6] 請求項1に記載の無接触給電設備であって、  
前記誘導線路に、コンデンサと可変インダクタを直列に接続し、  
この直列接続された誘導線路およびコンデンサおよび可変インダクタによる前記所定周波数のインピーダンスを、容量性リアクタンスに設定したこと  
を特徴とする。

- [7] 移動体の移動経路に沿って連続して、所定周波数のインピーダンスが同一に調整された複数の誘導線路を配置し、矩形波信号によりそれぞれ駆動される複数のスイッチ素子により、直流電流を前記所定周波数の交流電流に変換して前記各誘導線路にそれぞれ出力電流として給電する電源装置を備え、前記移動体に前記誘導線路に対向して受電コイルを設け、前記移動体ではこの受電コイルに誘導される起電力



から消費電力が変動する負荷に給電される無接触給電設備であって、

前記各電源装置はそれぞれ、前記スイッチ素子を駆動する前記所定周波数の指令信号を有し、

前記各電源装置にそれぞれ、

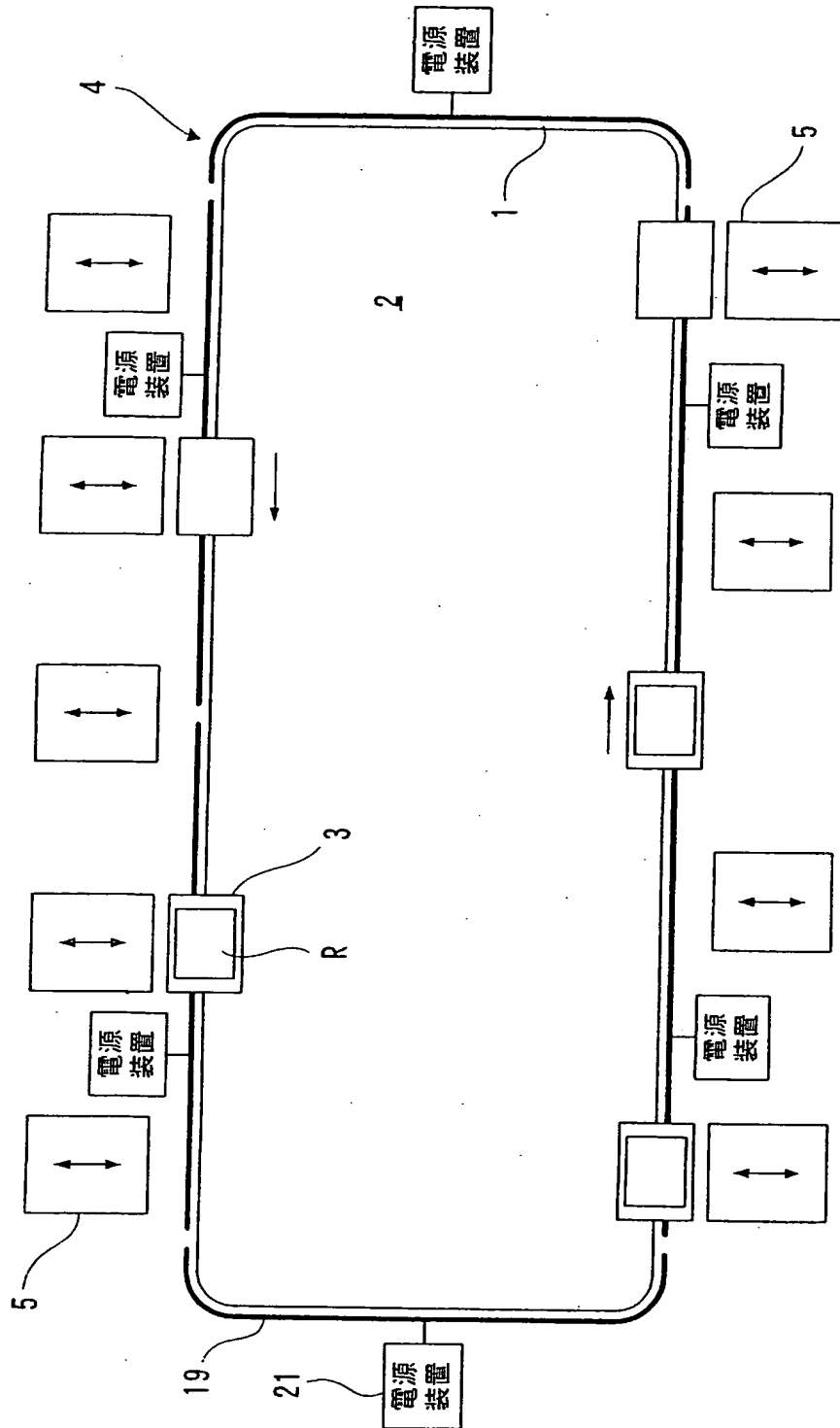
給電している前記誘導線路の消費電力を測定する測定手段と、

前記誘導線路の消費電力毎に、前記誘導線路へ給電されている出力電流と前記矩形波信号との位相差を予め記憶した記憶手段

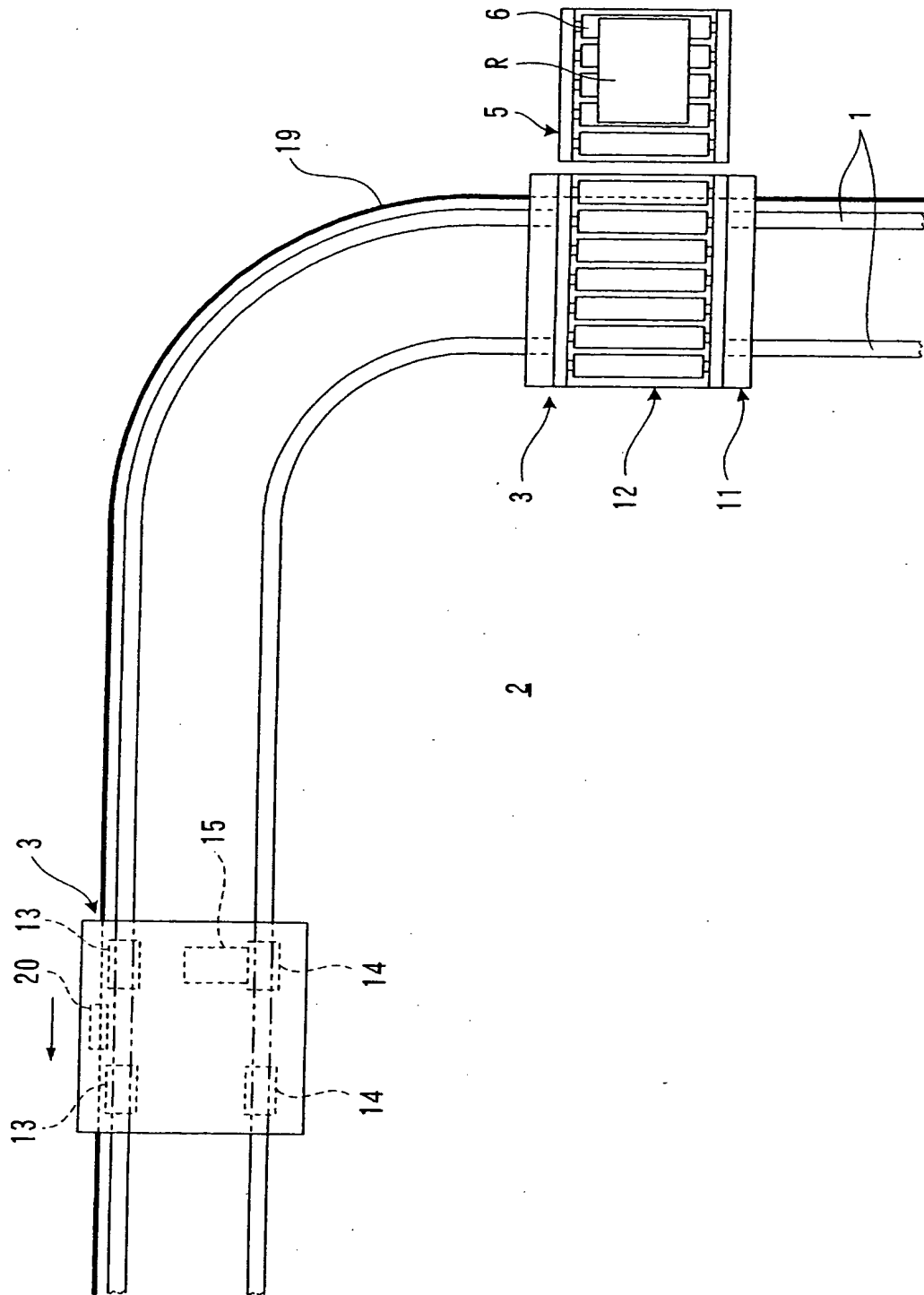
を設け、

前記各電源装置はそれぞれ、前記測定手段により測定している消費電力により、前記記憶手段を検索して前記出力電流と前記矩形波信号との位相差を求め、この求めた位相差に応じて、前記指令信号より、前記矩形波信号を進みまたは遅らせて前記スイッチ素子を駆動すること  
を特徴とする無接触給電設備。

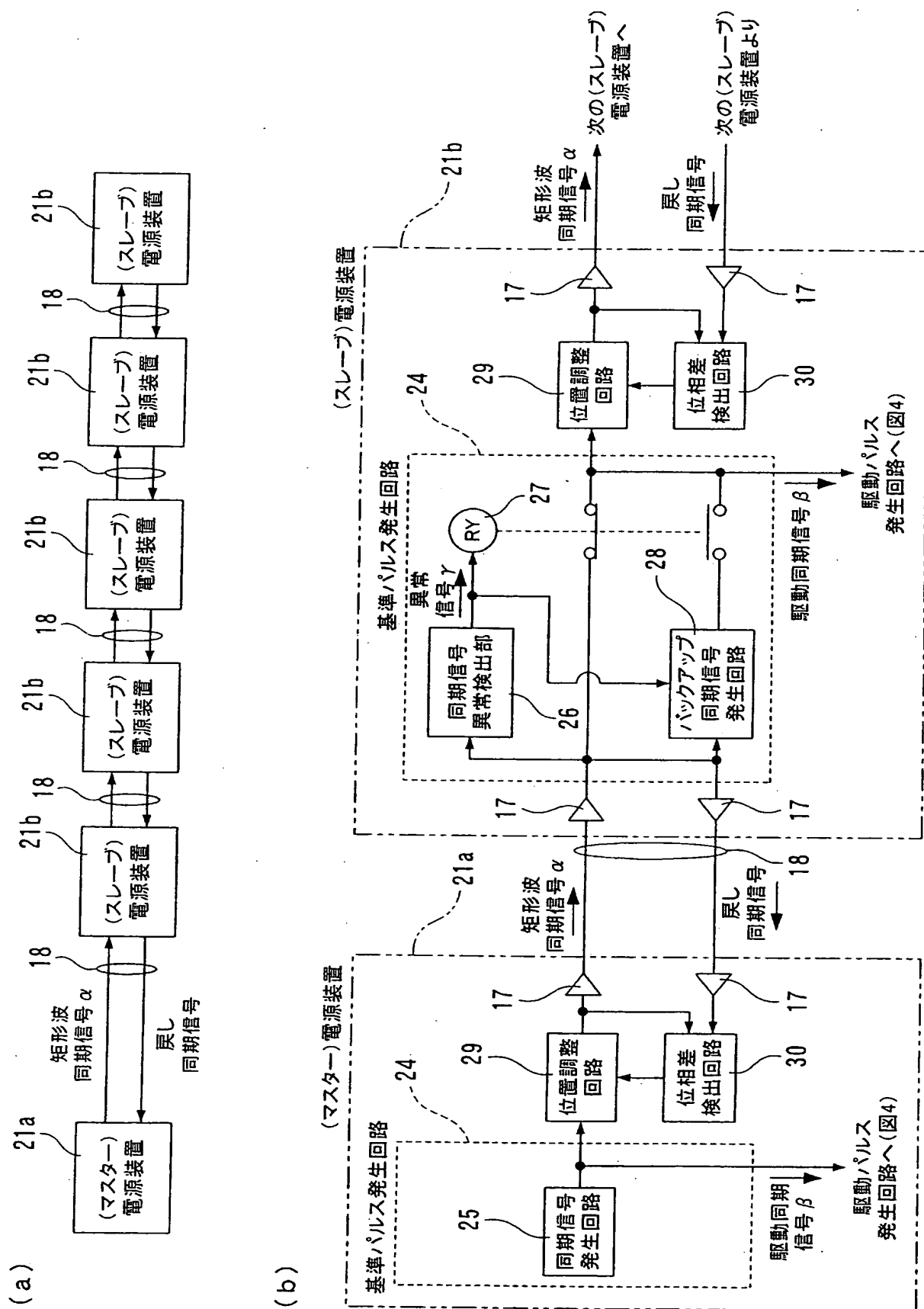
[図1]



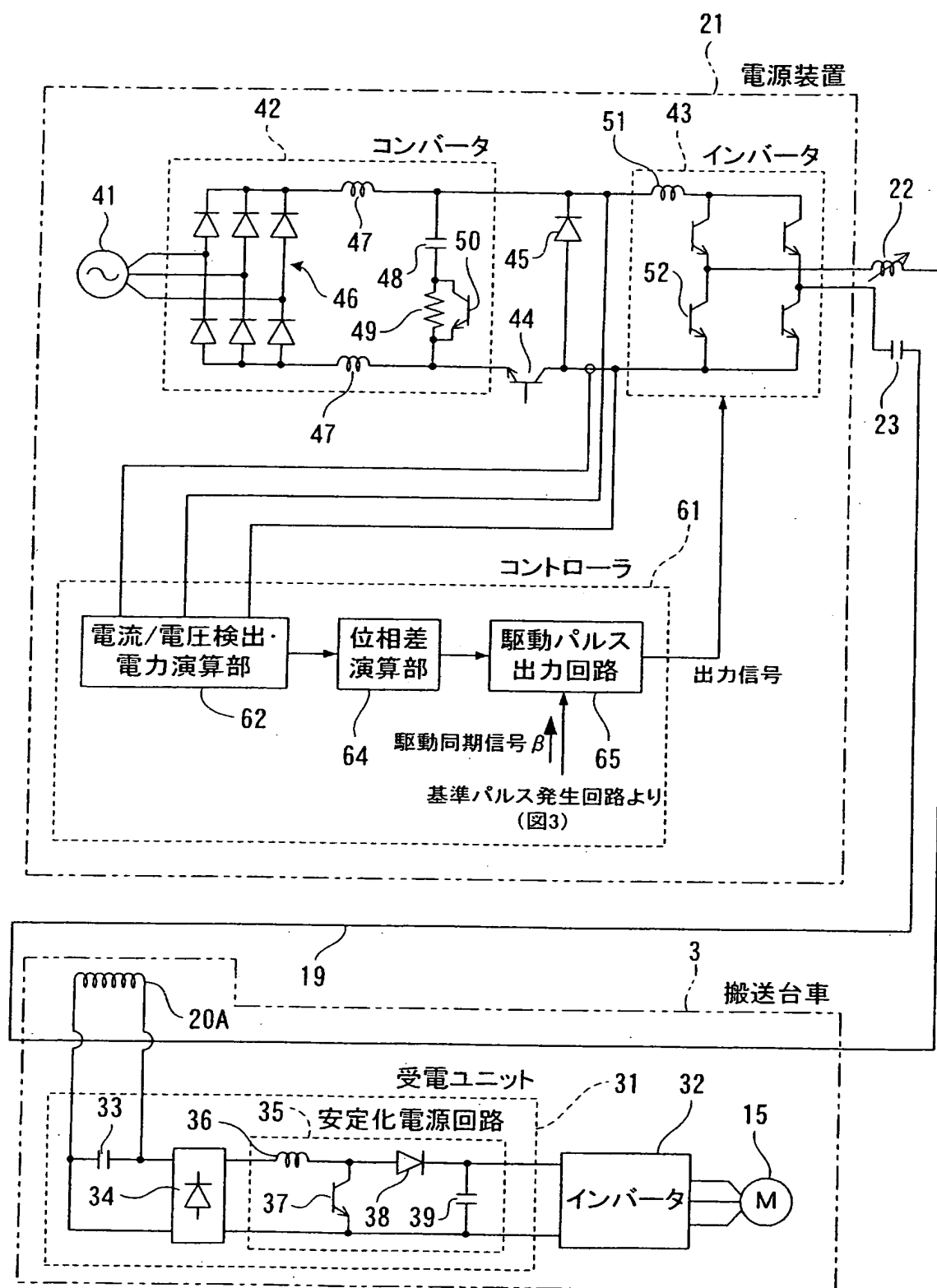
[図2]



[図3]

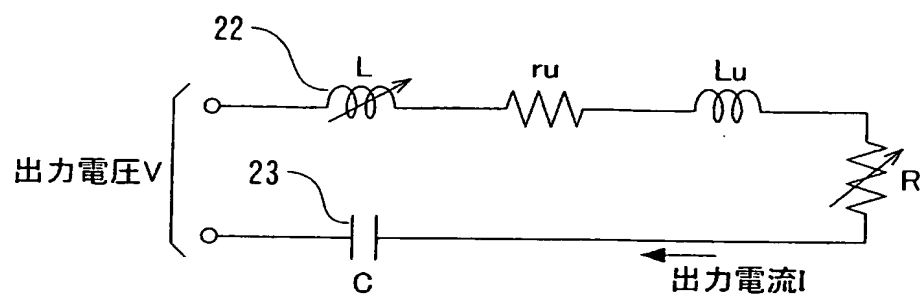


[図4]

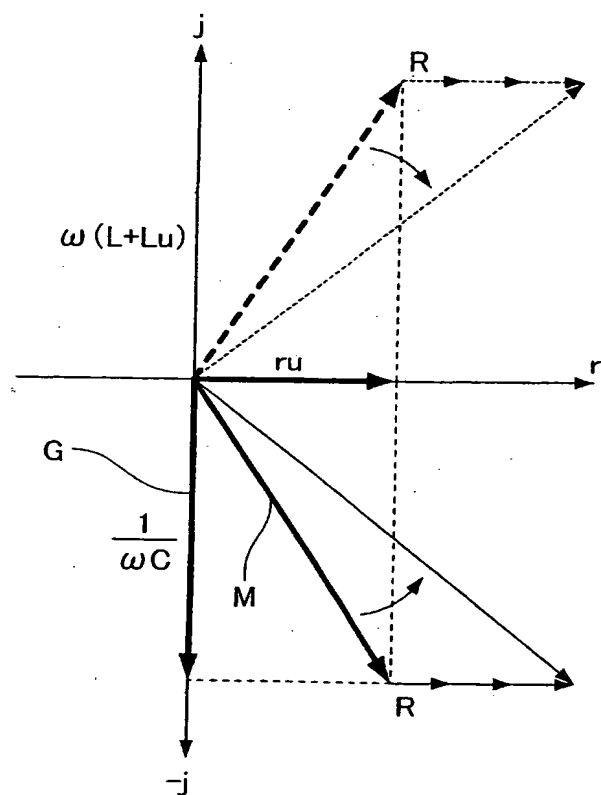


[図5]

(a)

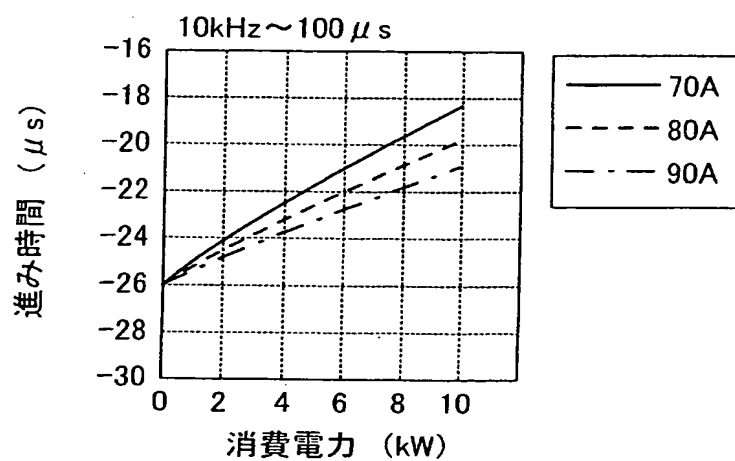


(b)

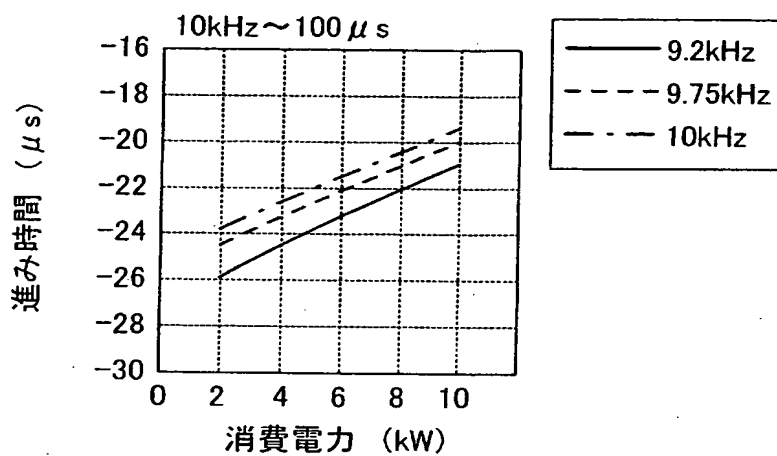


[図6]

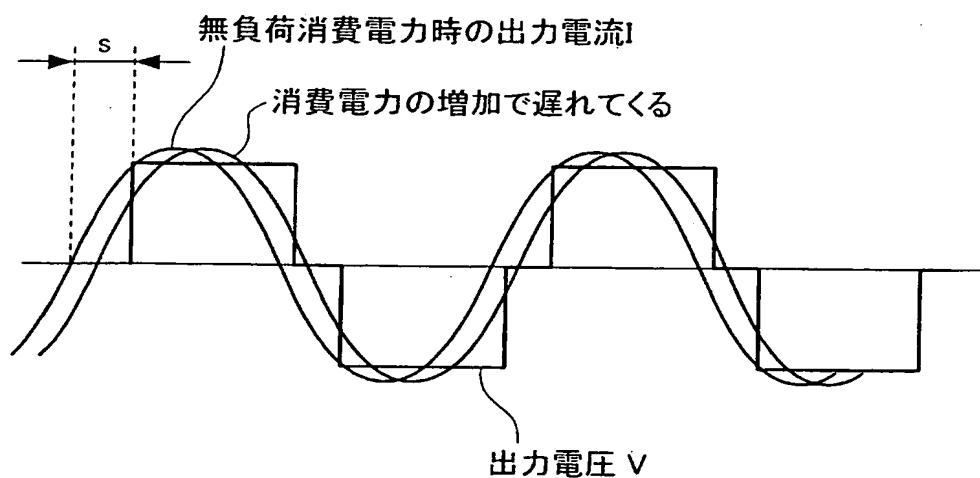
(a)



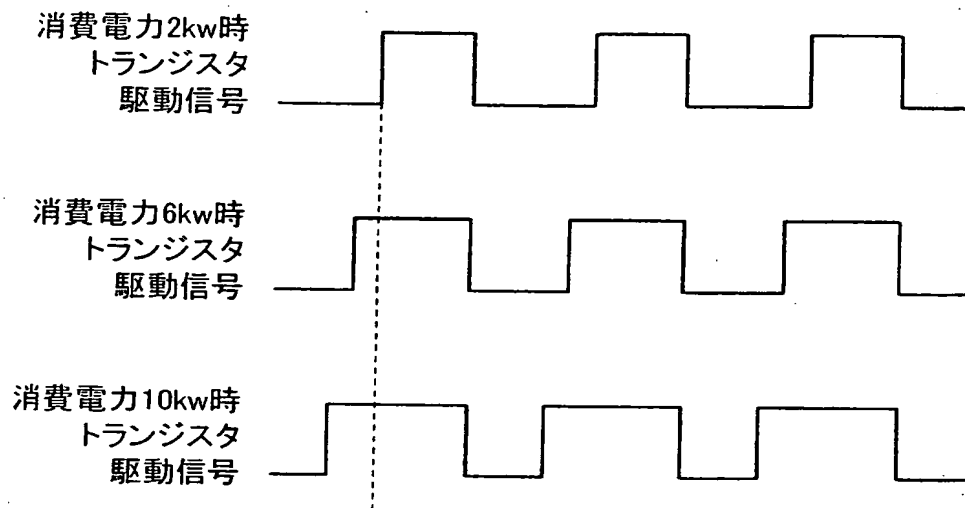
(b)



(c)



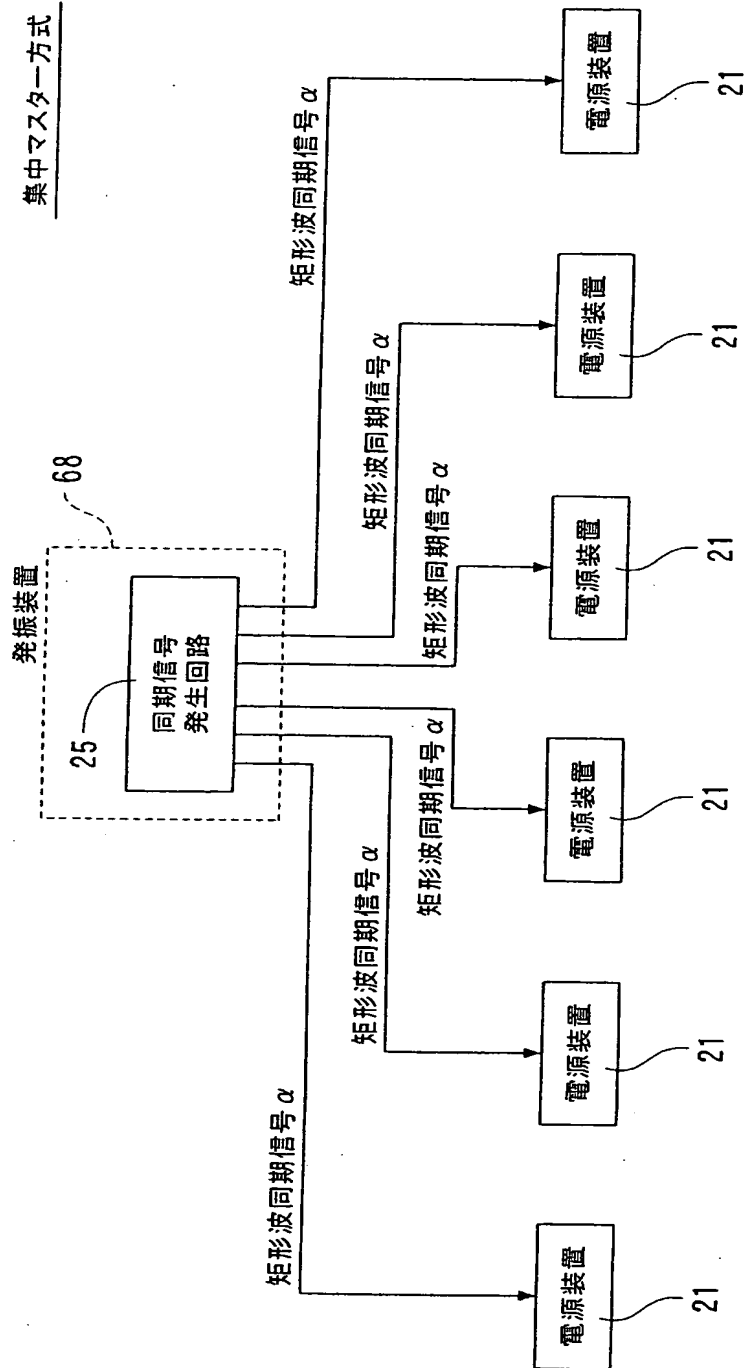
[図7]



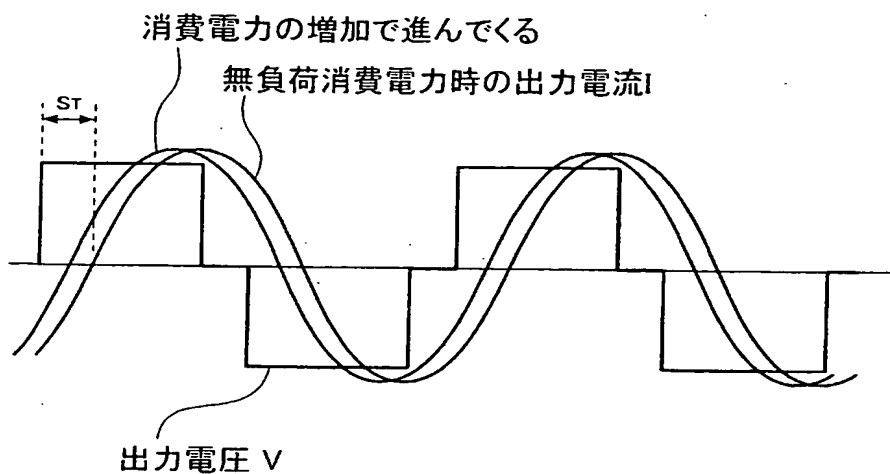


[図8]

集中マスター方式



[図9]



[図10]

